

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИК СИНТЕЗА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПЕРОВСКИТОВ ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Степарук А.С., Болячкина М.С., Мазурин М.О., Иванов И.Л.,  
Цветков Д.С., Зувев А.Ю.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Солнечная энергетика представляет собой одно из перспективных направлений альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения с целью получения энергии для отопления и электроснабжения. Однако, в настоящее время широкого распространения солнечные батареи не получили из-за высокой стоимости материалов, используемых при их изготовлении. Основная проблема солнечной энергетики связана с созданием новых экономических устройств для преобразования солнечного излучения и побуждает к поиску новых материалов. Такими являются гибридные перовскиты  $\text{MAPbX}_3$ , ( $\text{MA} = \text{CH}_3\text{NH}_3$ ,  $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ). Для успешного производства высокоэффективных солнечных элементов на основе гибридных перовскитов наряду с применением современных методов изготовления необходимы оптимизированные методики синтеза и очистки данных материалов.

Для получения органо-неорганических перовскитов использовали соответствующие галогениды метиламмония и свинца. Исходные компоненты, взятые в стехиометрическом соотношении при нагревании и перемешивании, растворяли в полярных апротонных растворителях. Полученные растворы упаривали при 85-90 °С до выпадения кристаллов, затем порошки промывали на фильтре горячим растворителем и высушивали в вакууме при нагревании (~100 °С) в течение 6-8 часов. В качестве растворителей использовали диметилсульфоксид (ДМСО), N,N-диметилформамид (ДМФА).

Гибридные перовскиты  $\text{MAPbX}_3$  ( $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$ ) можно получить осаждением из вышеуказанных растворов. В качестве антирастворителя используется диэтиловый эфир.

Для  $\text{MAPbX}_3$  ( $\text{X} = \text{Br}, \text{I}$ ) было установлено, что если исходную смесь из соответствующих солей растворять в ацетонитриле при перемешивании и нагревании наблюдается изменение окраски раствора и выпадение осадка гибридного перовскита. Скорее всего, это связано с гораздо более слабыми основными свойствами ацетонитрила по сравнению с ДМСО и ДМФА, что приводит к ограниченной растворимости данных соединений.

Еще одним способом получения органо-неорганических перовскитов является ампульный синтез. В сухом перчаточном боксе в атмосфере аргона производилось взвешивание исходных компонентов в специальные ампулы, которые запаивали под вакуумом, после чего производился обжиг при температуре 150-200 °С в течение 48 часов.

Фазовый состав образцов на всех стадиях синтеза контролировался методом рентгенофазового анализа на дифрактометре Shimadzu XRD-7000 в  $\text{Cu K}\alpha$ -излучении.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-33-60120 мол\_а\_дк.*

## **СТРУКТУРНЫЕ, ТЕРМИЧЕСКИЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА СЛОИСТЫХ КОБАЛЬТИТОВ НА ОСНОВЕ**

### **$\text{YBaCo}_4\text{O}_{7+\delta}$ , ДОПИРОВАННОГО Fe И Zn**

*Тарутин А.П.<sup>(1,2)</sup>, Хакимова Л.Р.<sup>(1,2)</sup>, Лягаева Ю.Г.<sup>(1)</sup>, Медведев Д.А.<sup>(1,2)</sup>*

<sup>(1)</sup> Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20

<sup>(2)</sup> Уральский федеральный университет

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Слоистые кобальтиты с общей формулой  $\text{YBaCo}_4\text{O}_{7+\delta}$  рассматриваются в качестве перспективных кислородных электродов для твердооксидных топливных элементов и электролизеров из-за уникальных физико-химических свойств. Например, особенность данных материалов заключается в низких значениях термического коэффициента линейного расширения ( $\text{ТКЛР} \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ), которые наиболее близки к ТКЛР перспективных кислородионных и протонпроводящих электролитов, в то время как величины ТКЛР других кобальтитов значительно выше. Однако основным недостатком  $\text{YBaCo}_4\text{O}_{7+\delta}$  является его термодинамическая неустойчивость, поскольку продолжительная обработка при высоких температурах (выше 1100 °С) приводит к распаду сложного оксида с формированием кобальтитов более низкого порядка (фазы на основе  $\text{BaCoO}_{3-\delta}$ ,  $\text{YBaCo}_2\text{O}_{5+\delta}$  и др.). Это негативным образом влияет на функциональные характеристики электродных материалов. Поэтому стратегия частичного замещения кобальта в  $\text{YBaCo}_4\text{O}_{7+\delta}$  на 3d-элементы является весьма актуальной, поскольку известно, что такое замещение может способствовать увеличению стабильности оксидных систем. Следуя этой стратегии, в настоящей работе синтезированы сложные оксиды состава  $\text{YBaCo}_{3.5}\text{M}_{0.5}\text{O}_{7+\delta}$  ( $\text{M} = \text{Co}, \text{Fe}, \text{Zn}$ ), а также выявлено влияние природы допанта М на их физико-химические характеристики, включая